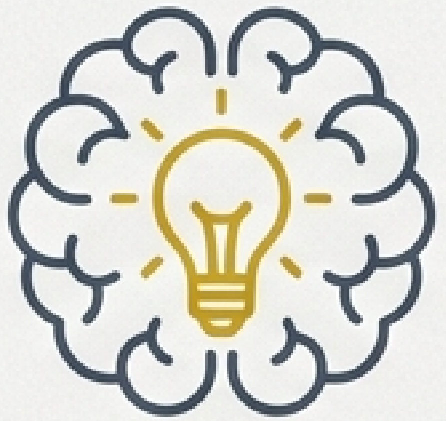
كلية الزراعة - جامعة الأزهر | قسم الأراضي والمياه

الدرس العملي الخامس: تقدير الكثافة الكثافة الظاهرية والمسامية للتربة

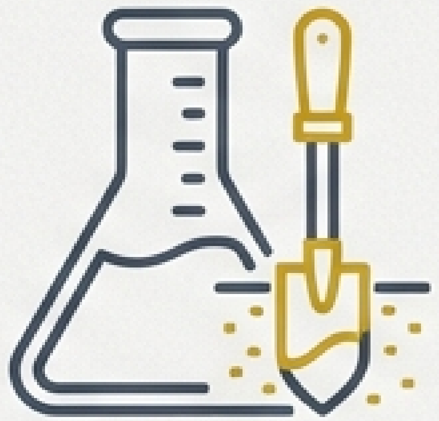
وحدة تعليمية شاملة لطلاب مقرر مبادئ علوم الأراضي

محاور الدرس: رحلة من الأساسيات إلى التطبيقات



الجزء الأول: الأساس - فهم الكثافة الظاهرية للتربة

- ما هي **الكثافة الظاهرية** وما أهميتها في الزراعة؟
- **المعادلة الأساسية** وكيفية تفسيرها.



الجزء الثاني: التطبيق - قياس الكثافة الظاهرية عملياً

- استعراض **أربع طرق معملية** و**حقلية** مختلفة.
- **خطوات العمل** و**الحسابات** لكل طريقة بالتفصيل.



الجزء الثالث: الامتداد - حساب المسامية وعلاقتها بالكثافة

- **تعريف المسامية** وكيفية اشتقاقها من الكثافة.
- **المعادلات** الرئيسية **للتطبيقات الزراعية** المتقدمة.

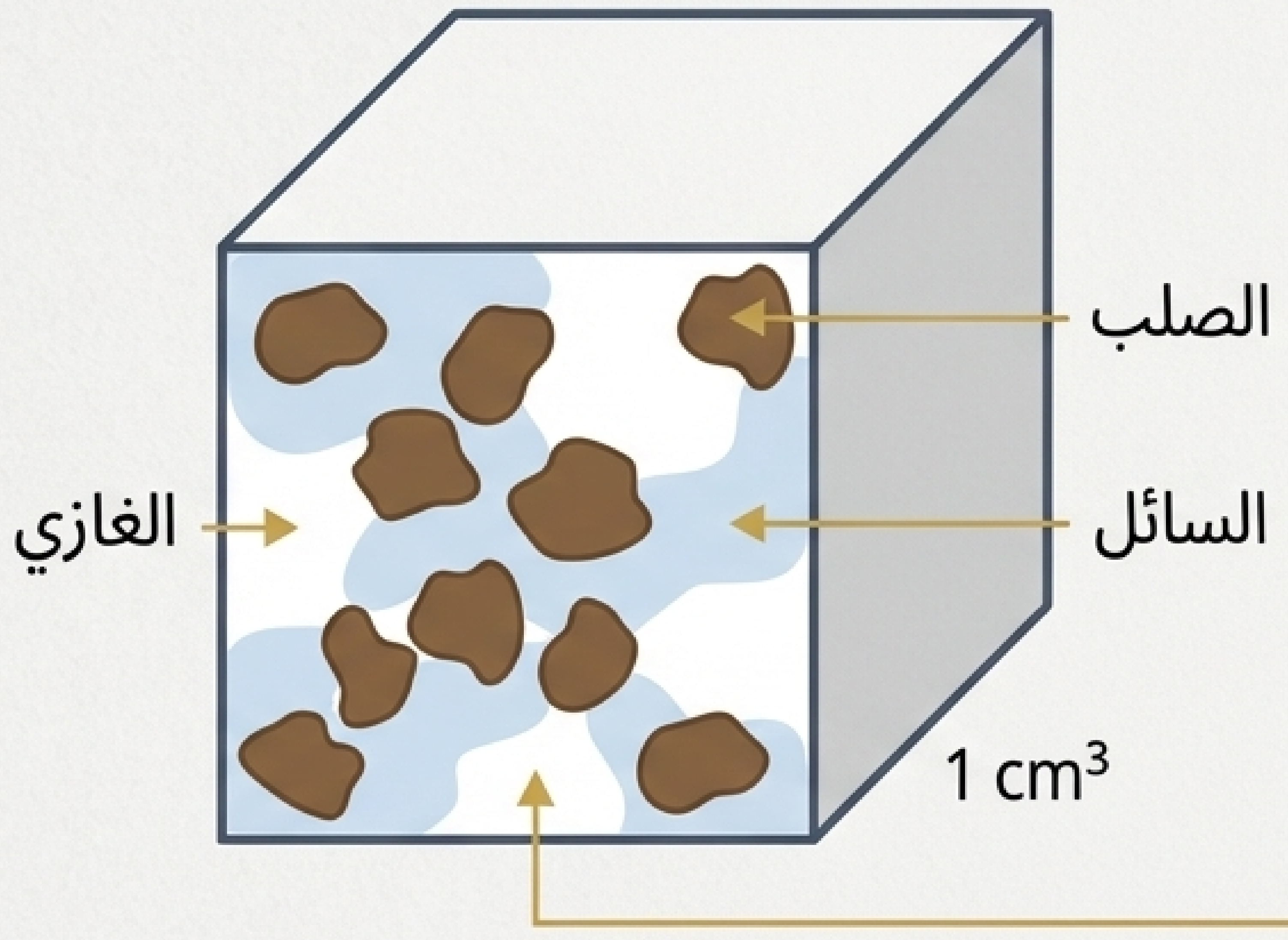
تعريف الكثافة الظاهرية: المبدأ الأساسي

هي كتلة المادة الجافة للتربة (عند درجة 105 مئوية) لوحدة الحجم من التربة في حالتها الطبيعية (الحجم الظاهري).

يُعبّر عنها بوحدات **جم/سم^3** أو كجم/م^3.

$$\text{الكثافة الظاهرية} = \frac{\text{كتلة التربة الجافة تماماً}}{\text{الحجم الظاهري للتربة}}$$

الحجم الظاهري للتربة يشمل حجم مكونات التربة الثلاثة (الصلب + السائل + الغازي).



الأهمية الزراعية وقيم قياسية للكثافة الظاهرية

تعتبر الكثافة الظاهرية قيمة مهمة من الناحية الزراعية لأنها تؤثر على نمو الجذور، حركة المياه، وتهوية التربة.

النطاق النموذجي (Typical Range)

تتراوح قيمة الكثافة الظاهرية في معظم الأراضي من **1.1** إلى **1.8** جم/سم^3.

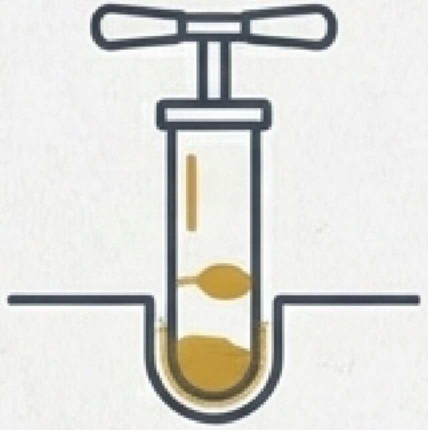
القيمة المتوسطة (Average Value)

يبلغ متوسط الكثافة في الأراضي المعدنية حوالي **1.32** جم/سم^3.

قد تختلف هذه القيم باختلاف عمق التربة وعمليات الخدمة الزراعية التي تجرى لها.

طرق تقدير الكثافة الظاهرية

تختلف طرق تقدير الكثافة الظاهرية للتربة باختلاف خواص التربة. لا توجد طريقة واحدة مضمونة تماماً، لذلك نستعرض الطرق الأكثر شيوعاً.



1. طريقة أسطوانة التربة
(Soil tube method)



2. طريقة السائل اللزج
(Viscous liquid method)

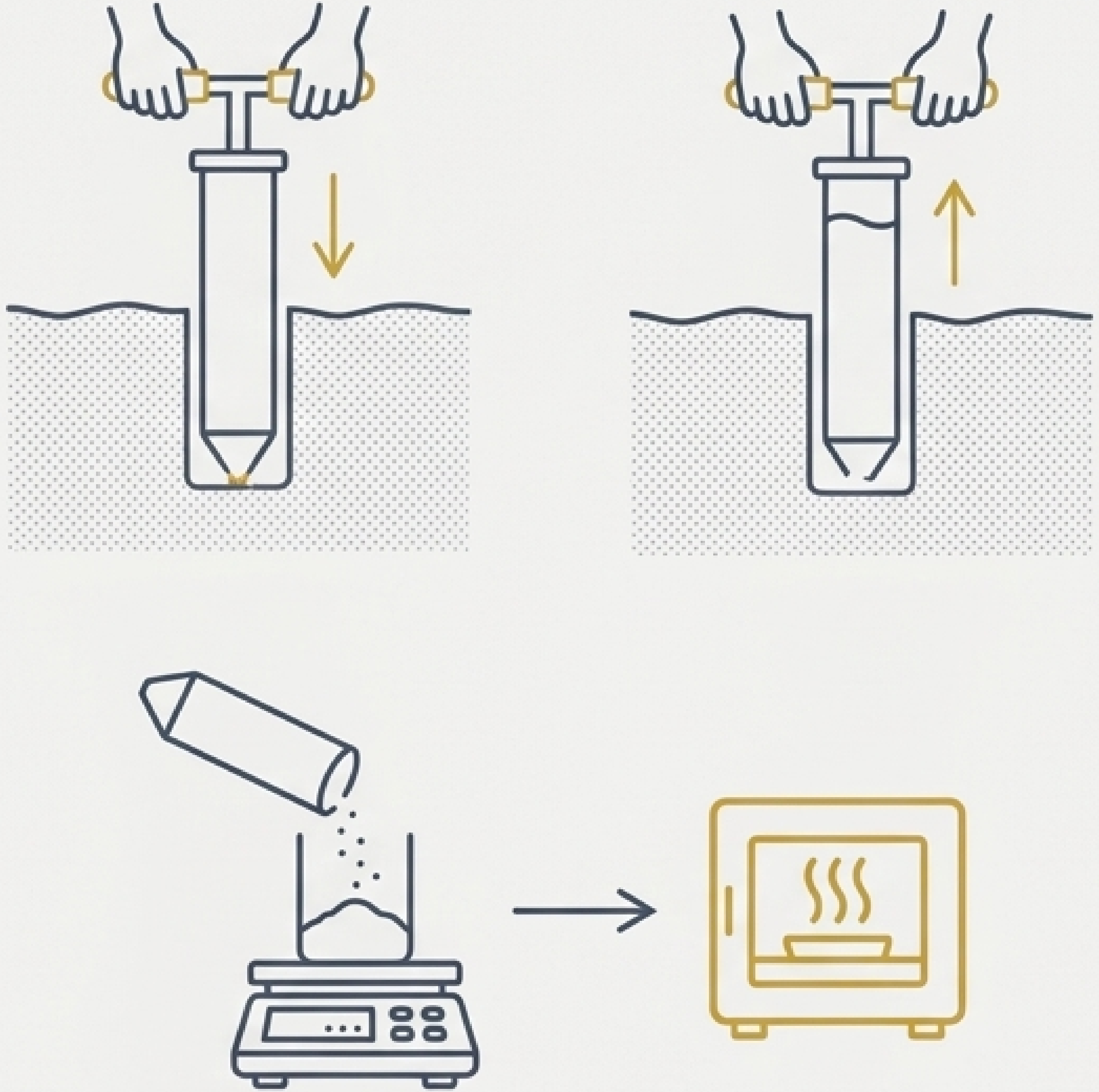


3. طريقة المخبار المدرج
(Graduated cylinder method)



4. طريقة شمع البارافين
(Paraffin wax method)

الطريقة الأولى: أسطوانة التربة (Soil Tube Method)



الأدوات

أنابيب خاصة ذات حافة سفلية حادة وأبعاد معينة.

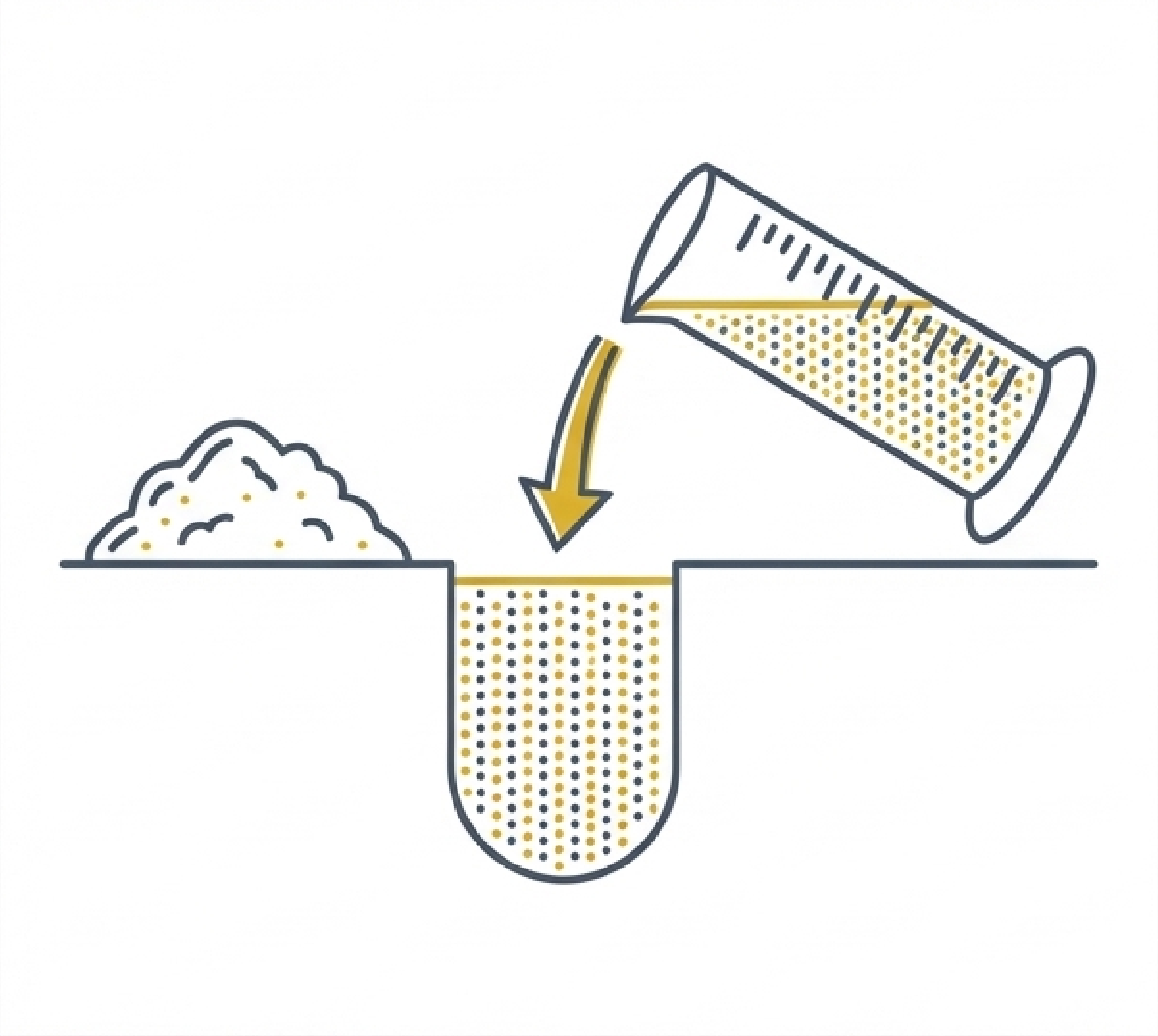
خطوات العمل

1. **الدفع:** تدفع الأنبوبة في التربة إلى العمق المطلوب.
2. **السحب:** تسحب الأنبوبة ببطء للحفاظ على العينة كاملة بداخلها.
3. **النقل والتجفيف:** تنقل العينة إلى إناء معروف وزنه، ثم تجفف في الفرن وتوزن لمعرفة الوزن الجاف.

الحساب

- يتم حساب حجم العينة بمعلومية أبعاد الأنبوبة (القطر والارتفاع).
- بقسمة الوزن الجاف على هذا الحجم، نحصل على الكثافة الظاهرية.

الطريقة الثانية: السائل اللزج (Viscous Liquid Method)



خطوات العمل

1. **الحفر:** يتم حفر حفرة للعمق المطلوب مع الاحتفاظ بكل التربة المستخرجة.
2. **التجفيف والوزن:** تنقل التربة إلى إناء وتجفف في الفرن وتوزن لمعرفة وزنها الجاف.
3. **قياس الحجم:** يملأ مخبار مدرج بسائل لزج (مثل الزيوت الثقيلة)، ثم يصب في الحفرة حتى تمتلئ تماماً.
4. **حساب الحجم المستخدم:** يتم حساب حجم السائل المستخدم عن طريق طرح الكمية المتبقية في المخبار من حجمه الكلي.

الحساب

بقسمة الوزن الجاف للتربة على حجم الحفرة (حجم السائل المستخدم)، تنتج الكثافة الظاهرية.

الطريقة الثالثة: المخبار المدرج (Graduated Cylinder Method)



خطوات العمل

1. **الملء التدريجي:** ضع حوالي 25 سم^3 من التربة في مخبار مدرج حجمه 100 سم^3.
2. **الرص الخفيف:** اطرقه طرقات خفيفة.
3. **التكرار:** كرر العمل بإضافة كميات أخرى حتى تملأ التربة الحجم الكلي للمخبار (100 سم^3).
4. **الوزن:** أوزن التربة الموجودة في المخبار.

الحساب

يمكن حساب الكثافة الظاهرية مباشرة بقسمة وزن التربة على الحجم المعروف (100 سم^3).

الطريقة الرابعة: شمع البارافين - خطوات العمل

تستخدم هذه الطريقة لكتل التربة غير المنتظمة (clods).



1. الوزن في الهواء: اربط كتلة التربة بخيط بخيط رفيع وعلقها في الميزان وأوزنها في الهواء.

2. إذابة الشمع: اصهر كمية من شمع البارافين واتركه يبرد حتى درجة 60° مئوية.

3. التغطية بالشمع: اغمس الكتلة في الشمع المصهور وارفعها سريعاً حتى تتغطى بالكامل بطبقة تمنع تسرب الماء.

4. وزن الكتلة المغطاة في الهواء: أوزن الكتلة وهي مغطاة بالشمع لمعرفة وزن الشمع المضاف

5. الوزن في الماء: أوزن الكتلة وهي مغطاة بالشمع ومغموسة في الماء لمعرفة حجمها.

الطريقة الرابعة: شمع البارافين - الحسابات التفصيلية

المعادلة النهائية: الكثافة الظاهرية = وزن الأرض جافة تماماً / الحجم الظاهري للتربة

1. **وزن الأرض جافة تماماً:** يتم حسابه بمعلومية وزن الكتلة في الهواء ونسبة الرطوبة بها (%).

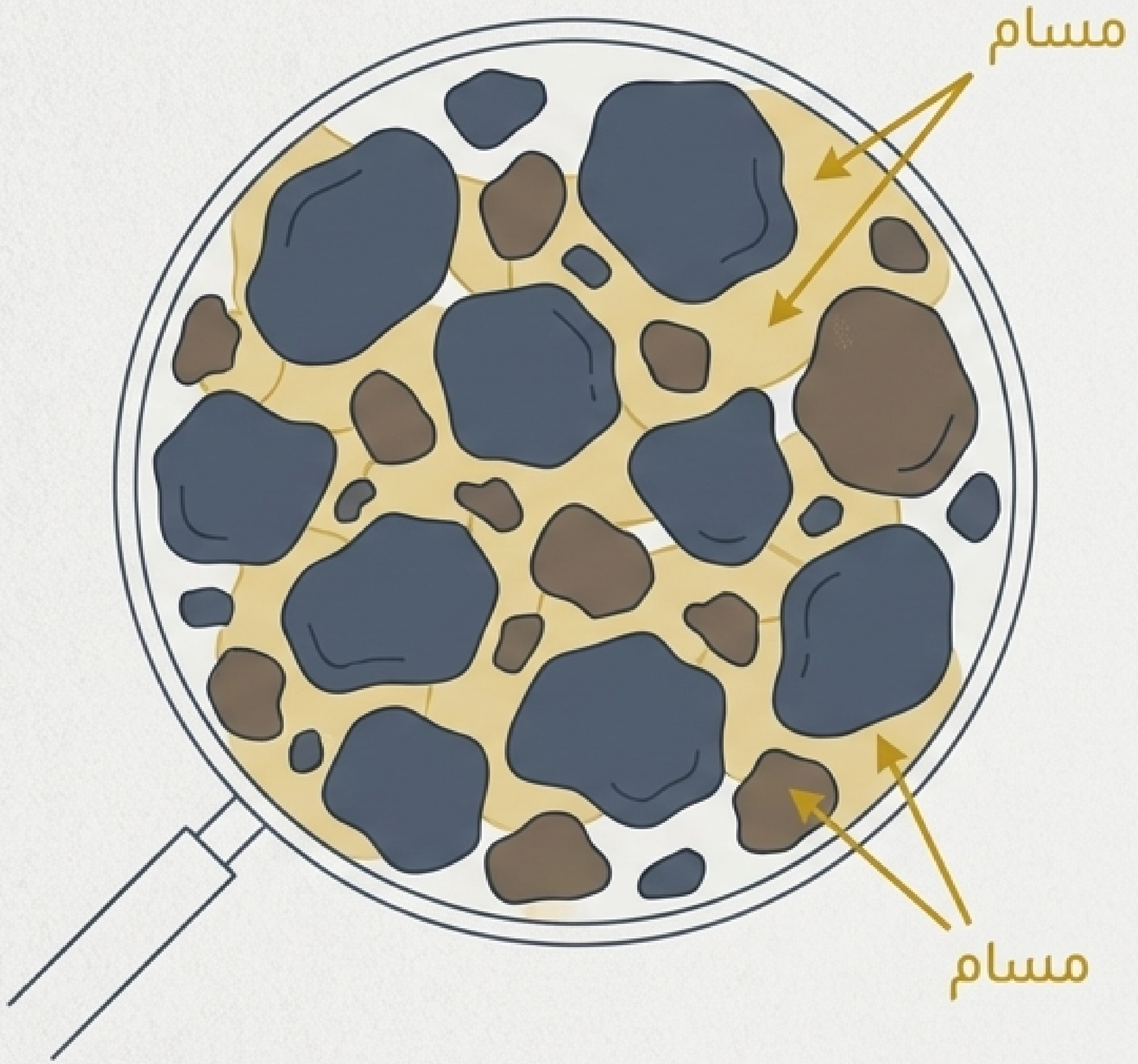
2. **وزن شمع البارافين** = (وزن الكتلة المغطاة بالشمع في الهواء) − (وزن الكتلة في الهواء).

3. **حجم شمع البارافين** = (وزن شمع البارافين) / 0.9 **جم/سم^3**.

4. **حجم الكتلة والشمع** = (وزن الكتلة والشمع في الهواء) − (وزن الكتلة والشمع في الماء).

5. **الحجم الظاهري للتربة (حجم الكتلة فقط)** = (حجم الكتلة والشمع) − (حجم شمع البارافين).

من الكثافة إلى المسامية: فهم الفراغات في التربة



المسامية هي الفراغات أو الفجوات الموجودة بين حبيبات التربة، سواء كانت مفردة أو مركبة.

بعد أن تعلمنا كيفية تحديد الحجم الكلي (الظاهري) للتربة، يمكننا الآن استخدامه لفهم نسبة الفراغات بداخل هذا الحجم.

الفكرة الأساسية للحساب

- **الطريقة الأولى (بالحجوم):** تعيين الحجم الظاهري والحجم الحقيقي لكتلة من التربة، ومن ثم تعيين حجم المسام.
- **الطريقة الثانية (بالكثافات):** تعيين الكثافة الحقيقية والظاهرية للتربة، ومن ثم تطبيق القانون لحساب المسامية.

معادلات حساب المسامية والخصائص المرتبطة بها

حساب المسامية (باستخدام الكثافات)

% للمسامية حجماً = 100 × (الكثافة الحقيقية - الكثافة الظاهرية) / الكثافة الحقيقية

حساب المسامية (باستخدام الحجوم)

% للمسامية حجماً = 100 × (الحجم الظاهري - الحجم الحقيقي) / الحجم الظاهري

حساب نسبة الهواء الأرضي

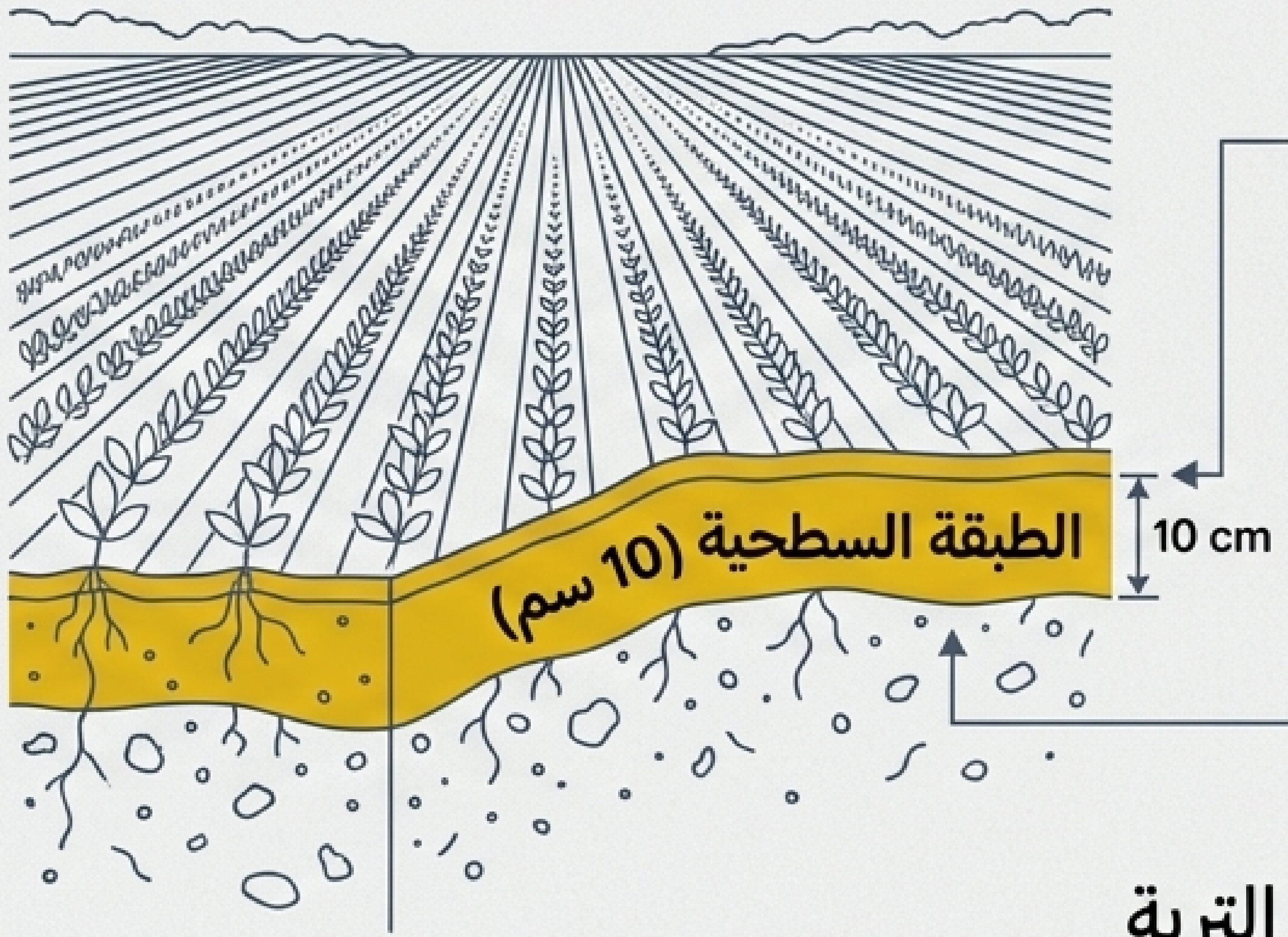
% للهواء الأرضي حجماً = (% للمسامية حجماً) - (% للرطوبة حجماً)

حساب المحتوى الرطوبي الحجمي

% للرطوبة حجماً = (% للرطوبة وزناً) × (الكثافة الظاهرية للتربة)

تطبيق عملي: حساب وزن الطبقة السطحية لفدان

استخدام الكثافة الظاهرية لتقدير وزن التربة في حقل زراعي.



وزن الطبقة السطحية لفدان (لعمق 10 سم)

= (الكثافة الظاهرية للتربة) × (مساحة الفدان) × (عمق التربة)

فهم هذه الحسابات الأساسية هو الخطوة الأولى نحو إدارة التربة والمياه والمغذيات بكفاءة على مستوى المزرعة.